

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-202925
(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.CI.

G05B 19/416

(21)Application number : 10-005675

(71)Applicant : MAKINO MILLING MACH CO LTD

(22)Date of filing : 14.01.1998

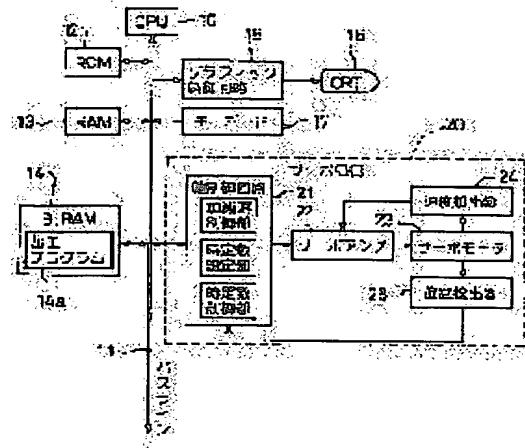
(72)Inventor : YAMAMORI KENJI

(54) METHOD AND DEVICE FOR ACCELERATION AND DECELERATION CONTROL OVER FEED SHAFT IN NUMERICAL CONTROL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the total machining efficiency of a work by effectively utilizing the torque of a servo motor which drives the feed shaft and shortening the time needed for positioning.

SOLUTION: A horizontal feed shaft is driven by a servo motor 23. A time constant setting means sets an acceleration time constant and a deceleration time constant individually so that the servo motor 23 outputs its maximum torque at the time of acceleration and deceleration when a command for positioning the feed shaft at a target position is sent from an NC device to a shaft control circuit 21 of a servo mechanism 20 and the feed shaft is accelerated or decelerated toward the target position. Even for a vertical feed shaft, the time constant setting means sets time constants of ascent acceleration and ascent deceleration, and descent acceleration and descent deceleration individually so that the servo motor 23 outputs its maximum torque at the time of ascent acceleration and ascent deceleration, and descent acceleration and descent deceleration.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平 1 1 - 2 0 2 9 2 5

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51) Int. Cl. 6
G05B 19/416

識別記号 庁内整理番号

F. I

G05B 19/407

技術表示箇所

8

審査請求 有 請求項の数 4 0.1 (全 6 頁)

(21) 出題番号 特願平10-5675

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 1 月 14 日

(71) 出願人 0 0 0 1 5 4 9 9 0

株式会社牧野フライス製作所

東京都目黒区中根2丁目3番19号

(72)発明者 山森 健治

神奈川県愛甲郡愛川町中津4007番地

マキノ ジェイ株式会社内

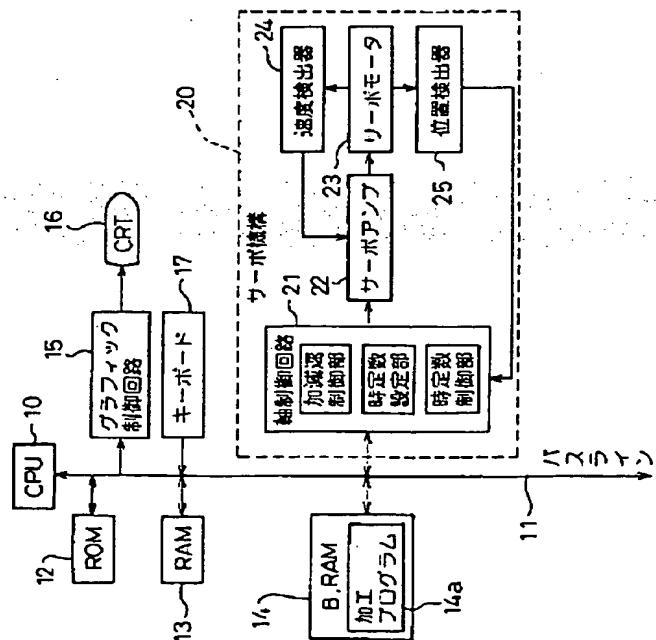
(74) 代理人 弁理士 石田 敏 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 数値制御における送り軸の加減速制御方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 送り軸を駆動するサーボモータのトルクを有効利用し、位置決めに要する時間を短縮し、ワークのトータルの加工能率を向上させる。

【解決手段】 水平方向送り軸はサーボモータ23で駆動される。送り軸を目標位置に位置決めする指令が、NC装置からサーボ機構20の軸制御回路21に送られて送り軸を目標位置に向けて加減速する際、加減速時にサーボモータ23が最大トルクを出力するよう、時定数設定手段により、加速時定数および減速時定数を個別に設定する。上下方向送り軸に対しても、時定数設定手段は、上昇加速時、上昇減速時、下降加速時および下降減速時にサーボモータ23が最大トルクを出力するよう、上昇加速時、上昇減速時、下降加速時および下降減速時の各時定数を個別に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 サーボモータで送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御方法において、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の加速時および減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の加速時定数および減速時定数を個別に設定し、
NC プログラムの前記送り軸の動作内容が加速か減速かを判断し、加速のときは前記設定した加速時定数を、減速のときは前記設定した減速時定数を選択して加減速制御を行う。

ことを特徴とした数値制御における送り軸加減速制御方法。

【請求項 2】 サーボモータで上下方向に送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御方法において、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の上昇方向加速時および上昇方向減速時、ならびに下降方向加速時および下降方向減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の上昇方向加速時定数、上昇方向減速時定数、下降方向加速時定数および下降方向減速時定数を個別に設定し、
NC プログラムの前記送り軸の動作内容が上昇方向加速か上昇方向減速か、または下降方向加速が下降方向減速かを判断し、判断結果に応じて前記あらかじめ設定した時定数を選択して加減速制御を行う。

ことを特徴とした数値制御における送り軸加減速制御方法。

【請求項 3】 サーボモータで送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御装置において、
NC プログラムの送り指令に基づき前記送り軸の加減速パターンを決定する加減速制御部と、

前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の加速時および減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の加速時定数および減速時定数を個別に設定する時定数設定部と、
NC プログラムの前記送り軸の動作内容が加速か減速かを判断し、加速の時は前記設定した加速時定数を、減速の時は前記設定した減速時定数を選択して前記加減速制御部へ送出する時定数制御部と、

を備えることを特徴とした数値制御における送り軸加減速制御装置。

【請求項 4】 サーボモータで上下方向の送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御装置において、
NC プログラムの送り指令に基づき送り軸の加減速パターンを決定する加減速制御部と、

前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の上昇方向加速時および上昇方向減速時、ならびに下降方向加速時および下降方向減速時に、前記サーボモータが最大トルク

を出力するように、前記送り軸の上昇方向加速時定数、上昇方向減速時定数、下降方向加速時定数および下降方向減速時定数を個別に設定する時定数設定部と、
NC プログラムの前記送り軸の動作内容が上昇方向加速か上昇方向減速か、または下降方向加速か下降方向減速かを判断し、判断結果に応じて前記あらかじめ設定した時定数を選択して前記加減速制御部へ送出する時定数制御部と、

を備えることを特徴とした数値制御における送り軸加減速制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は数値制御における送り軸加減速制御方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、工作機械の送り軸を位置決めする数値制御 (NC) 手段は、ワークを加工するための NC プログラムを読み取り、位置決めに際し、送り軸を目標位置へ移動するためのブロック指令をサーボ機構へ送る。サーボ機構は、送り軸を駆動するサーボモータとその駆動装置からなり、NC 手段から送られたブロック指令に応じて送り軸を駆動制御する。送り軸の速度と位置は、サーボモータに備えられた送り軸の速度検出器と位置検出器とから検出され、駆動装置は、これら速度と位置の検出信号を受けて速度制御と位置制御とを行う。

【0003】 従来技術による数値制御における送り軸加減速制御方法および装置は、NC 手段から上記ブロック指令を受けて送り軸を早送りで目標位置に位置決めする際、送り軸を駆動するサーボモータの加速時定数と減速時定数を同一値に設定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図 6 は従来技術による水平送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A) はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B) はサーボモータの速度の変化を示す図である。図 6 に示すように、送り軸が工作機械の水平軸上に設けられた場合、従来技術によれば、加速時と減速時とで時定数は同一に設定されるので、送り軸の加速時①、②にはサーボモータから最大トルクが出力され、

位置決めに要する加速時間は最短となり、最高速度で駆動される定速時①、②には送り軸の負荷に応じたトルクが出力されるが、減速時④、⑥には機械の動摩擦力が減速の補助となるためサーボモータから最大トルクより低いトルクが出力され、斜線で示すトルクが有効に利用されず、位置決めに要する減速時間は、それだけ余分にかかるという問題がある。

【0005】 図 7 は従来技術による上下方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A) はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B) はサーボモータの速度の変化を示す図である。図

7に示すように、送り軸が工作機械の上下方向に（水平面に対して角度をもって）設けられた場合、従来技術によれば、加速時と減速時とで時定数は同一に設定されるので、重力に逆らった送り軸の上昇加速時③および下降減速時⑥にはサーボモータから最大トルクが出力され、位置決めに要する上昇加速時間および下降減速時間はそれぞれ最短となり、最高速度で駆動される定速時①、②には送り軸の負荷に応じたトルクが出力されるが、上昇減速時④および下降加速時⑤には機械の重力がそれぞれ減速および加速の補助となるためサーボモータから最大トルクより低いトルクが出力され、斜線で示すトルクが有効に利用されず、位置決めに要する上昇減速時間および下降加速時間は、それだけ余分にかかるという問題がある。

【0006】それゆえ、本発明は上記問題を解決し、送り軸を駆動するサーボモータのトルクを有効に利用し位置決めに要する時間を短縮し、ワークの加工開始から終了までのトータルの加工能率を向上させる数値制御における送り軸加減速制御方法および装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決する本発明の第1形態による数値制御における送り軸加減速制御方法は、サーボモータで送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御方法において、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の加速時および減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の加速時定数および減速時定数を個別に設定し、NCプログラムの前記送り軸の動作内容が加速か減速かを判断し、加速のときは前記設定した加速時定数を、減速のときは前記設定した減速時定数を選択して加減速制御を行う、ことを特徴とする。

【0008】上記問題を解決する本発明の第2形態による数値制御における送り軸加減速制御方法は、サーボモータで上下方向に送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御方法において、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の上昇方向加速時および上昇方向減速時、ならびに下降方向加速時および下降方向減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の上昇方向加速時定数、上昇方向減速時定数、下降方向加速時定数および下降方向減速時定数を個別に設定し、NCプログラムの前記送り軸の動作内容が上昇方向加速か上昇方向減速か、または下降方向加速か下降方向減速かを判断し、判断結果に応じて前記あらかじめ設定した時定数を選択して加減速制御を行う、ことを特徴とする。

【0009】上記問題を解決する本発明の第1形態による数値制御における送り軸加減速制御装置は、サーボモータで送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御装置において、NCプログラムの送り指令に基づ

き前記送り軸の加減速パターンを決定する加減速制御部と、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の加速時および減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の加速時定数および減速時定数を個別に設定する時定数設定部と、NCプログラムの前記送り軸の動作内容が加速か減速かを判断し、加速の時は前記設定した加速時定数を、減速の時は前記設定した減速時定数を選択して前記加減速制御部へ送出する時定数制御部と、を備えることを特徴とする。

10 【0010】上記問題を解決する本発明の第2形態による数値制御における送り軸加減速制御装置は、サーボモータで上下方向の送り軸を駆動する数値制御における送り軸の加減速制御装置において、NCプログラムの送り指令に基づき送り軸の加減速パターンを決定する加減速制御部と、前記送り軸を目標位置に向けて駆動する際の上昇方向加速時および上昇方向減速時、ならびに下降方向加速時および下降方向減速時に、前記サーボモータが最大トルクを出力するように、前記送り軸の上昇方向加速時定数、上昇方向減速時定数、下降方向加速時定数および下降方向減速時定数を個別に設定する時定数設定部と、NCプログラムの前記送り軸の動作内容が上昇方向加速か上昇方向減速か、または下降方向加速か下降方向減速かを判断し、判断結果に応じて前記あらかじめ設定した時定数を選択して前記加減速制御部へ送出する時定数制御部と、を備えることを特徴とする。

【0011】本発明は、上記第1または第2形態により、加速、減速または上昇、下降と各条件に適合した時定数が選択され、送り軸のサーボモータの最大トルクを有効に利用して、送り軸の位置決めに要する時間を可及的に短縮し、ワークの加工能率を向上させる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明による数値制御における送り軸加減速制御装置の一実施形態を示す図である。図1に示す数値制御装置（NC装置）は、マイクロプロセッサ（CPU）10と、CPU10にバスライン11を介して双方向に通信可能に接続されたROM12、RAM13、バックアップRAM（B.RAM）14、グラフィック制御回路15、CRT16およびキーボード17とからなる。CPU10は、NC装置全体を制御するものであり、ROM12はNC装置全体を制御するために必要なプログラムを格納した読み取り専用のメモリであり、RAM13は工作機械における各送り軸の現在位置等のデータを格納するメモリであり、B.RAM14はNC装置の電源が遮断されてもバッテリでバックアップされる加工プログラム14aやパラメータ等を格納するメモリである。グラフィック制御回路15はRAM13に格納された各送り軸の現在位置、移動量等のデータをCRT16へ表示するための処理を行うものである。キーボード17はオペレータが各種データを

入力したり各種パラメータを変更したりするために使用される入力装置である。

【0013】上述のNC装置は、図1において破線20で囲まれるサーボ機構とバスライン11を介して接続される。サーボ機構20は、主として軸制御回路21、サーボアンプ22およびサーボモータ23からなる。サーボアンプ22は、サーボモータ23に取り付けられた例えればタコジェネレータからなる速度検出器24から速度フィードバック信号を受けて速度制御する。一方、軸制御回路21は、後述する加減速制御部、時定数設定部、時定数制御部を備え、NC装置から送り軸の位置決め指令を受けるとともに、サーボモータ23に取り付けられた例えればエンコーダからなる位置検出器25から送り軸の現在位置を示す位置フィードバック信号を受け、位置決め指令に応じた位置決め制御を行う。なお、便宜上図1においてサーボ機構20の構成を送り軸1つに対してのみ示すが、実際の工作機械では同様な構成が複数の送り軸に対応して設けられる。

【0014】次に、本発明による加減速制御について説明するが、その前に送り軸を駆動するサーボモータの速度-トルク特性および位置決め時における送り軸の移動速度の変化について説明する。図2はサーボモータの速度-トルク特性を示す図である。図2において横軸はサーボモータの回転速度(RPM)、縦軸はサーボモータの最大出力トルク(Nm)を示す。この特性データはRAM13に格納される。

【0015】図3は送り軸の移動速度の変化、すなわち加減速パターンの一例を示す図である。図3において、横軸は時間、縦軸は送り軸の移動速度を示す。軸制御回路21は、NC装置から送られる送り軸の位置決め指令を受信する。軸制御回路21の加減速制御部は、受信した位置決め指令から読み取られる送り軸の到達目標位置までの加減速パターンを決定する。

【0016】時定数設定部は、後述の方法で各種時定数の適正値を予め設定しておく。各種時定数とは、水平方向送り軸では、加速時定数、減速時定数であり、上下方向送り軸では、上昇加速時定数、上昇減速時定数、下降加速時定数、下降減速時定数である。時定数制御部は、加工プログラムから実行しようとする位置決め指令が、水平方向送り軸の加速時なのか減速時なのか、また上下方向送り軸の上昇加速時なのか上昇減速時なのか、または下降加速時なのか下降減速時なのかに応じて上記時定数設定部に設定された適合する時定数を選択して上記加減速制御部へ送出する。

【0017】加減速制御部は、受領した時定数を用いた加減速パターンで送り軸の加減速指令をサーボアンプ22に送出する。図3に示すように、送り軸の速度指令は、送り軸の移動距離が十分長いロングモーションのときは、図3に示す各点o、a、b、cを通る。すなわち、時刻t0からサーボモータの最高速度Vmに到達す

る時刻t2までサーボモータが最大トルクを出力するよう設定された加速時定数で加速され、その後時刻t5まで一定速度Vmで送られ、時刻t5から停止する時刻t6までサーボモータが最大トルクを出力するよう設定された減速時定数で減速される。送り軸の移動距離が十分短いショートモーションのときは、図3に示す各点o、d、eを通る。すなわち、時刻t0から設定された上記加速時定数で時刻t1まで加速され、その後時刻t1から停止する時刻t3までは設定された上記減速時定数で減速される。ここで、ab間の距離が0より大きいときロングモーションと呼び、0より小さいときショートモーションと呼ぶ。ab間の距離が0に等しいジャストモーションときは、送り軸の速度指令は図3に示す各点o、a、fを通り、時刻t0から時刻t2まで上記加速時定数で加速され、時刻t2から停止する時刻t4まで上記減速時定数で減速される。送り軸の速度指令は、ロング、ジャストおよびショートの各モーション時の移動距離が、順に、図3に示すoabco、oafuoおよびodeoで囲まれる面積に等しいことから逆算して求められる。尚、上下方向送り軸の加減速パターンも同様の形をしている。

【0018】図4は本発明による水平送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。図4に示すように、送り軸が工作機械の水平軸上に設けられた場合、本発明の第1形態によれば、加速時と減速時とで時定数は個別に設定されるので、送り軸の加速時③、⑤にはサーボモータから最大トルクが送出され、位置決めに要する加速時間は最短となる。最高速度で駆動される定速時①、②には送り軸の負荷に応じたトルクが送出される。また、減速時④、⑥には機械の動摩擦力が減速の補助となる分だけ減速時定数は加速時定数より短く設定されるので、この間(④、⑥)、サーボモータから最大トルクが送出され、位置決めに要する減速時間は、それだけ短縮され、ワークの加工能率が向上する。

【0019】図5は本発明による上下方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。図5に示すように、送り軸が工作機械の上下方向に(水平方向に対して角度をもって)設けられた場合、本発明の第2形態によれば、上昇加速時、上昇減速時、下降加速時および下降減速時の各時定数は個別に設定されるので、重力に逆らった送り軸の上昇加速時③および下降減速時⑤にはサーボモータから最大トルクが送出され、位置決めに要する上昇加速時間および下降減速時間はそれぞれ最短となる。最高速度で駆動される定速時①、②には送り軸の負荷に応じたトルクが送出される。また、上昇減速時④および下降加速時⑥には機械の重力がそれぞ

れ減速および加速の補助となる分だけ上昇減速時の減速時定数は下降減速時の減速時定数より短く、下降加速時の加速時定数は上昇加速時の加速時定数より短くそれぞれ設定されるので、この間(④、⑤)、サーボモータから最大トルクが出力され、位置決めに要する上昇減速時間および下降加速時間は、それだけ短縮され、ワークの加工開始から終了までのトータル時間が短縮される。

【0020】

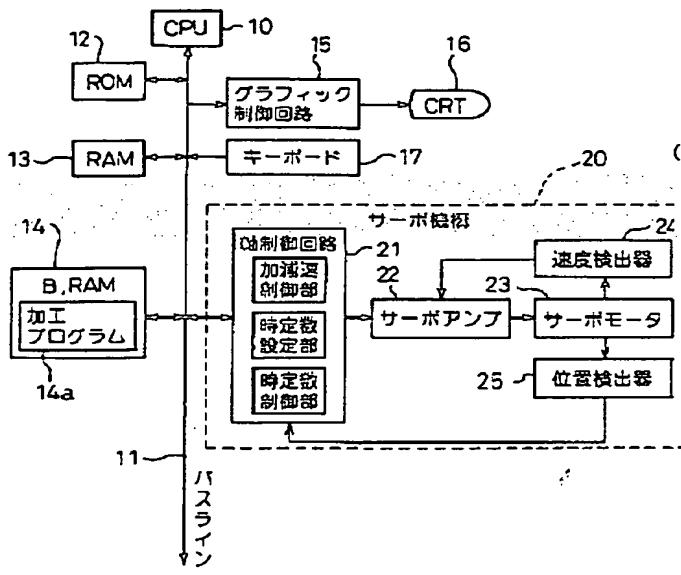
【発明の効果】以上説明したように、本発明の第1形態に係る数値制御における送り軸加減速制御方法および装置によれば、水平送り軸を駆動するサーボモータの加減速時にサーボモータの最大トルクを出力するように加速時定数と減速時定数を個別に設定するので、位置決めに要する時間を短縮し、ワークのトータル加工能率を向上させることができる。

【0021】また、本発明の第2形態に係る数値制御における送り軸加減速制御方法および装置によれば、上下方向送り軸を駆動するサーボモータの上昇加速時、上昇減速時、下降加速時および下降減速時に機械の上下運動部の重力を加味してサーボモータの最大トルクを出力するように上昇加速時、上昇減速時、下降加速時および下降減速時の各時定数を個別に設定するので、位置決めに要する時間を短縮し、ワークのトータル加工能率を向上させることができる。

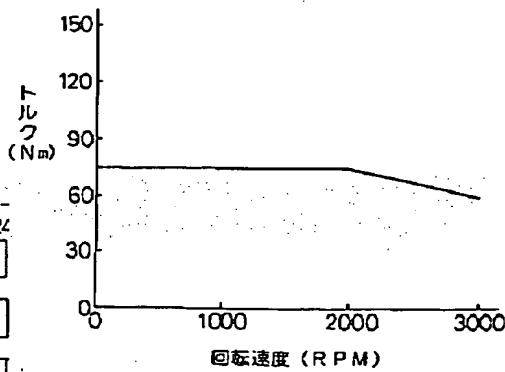
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による数値制御における送り軸加減速制御装置の一実施形態を示す図である。

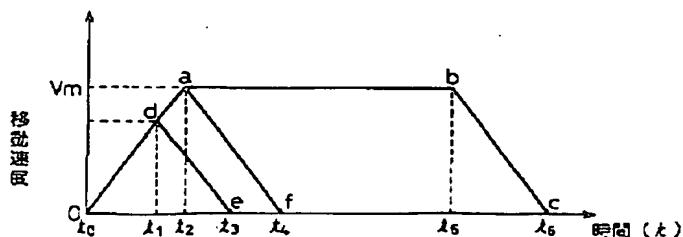
【図1】



【図2】



【図3】



【図2】サーボモータの回転速度-トルク特性を示す図である。

【図3】送り軸の移動速度の変化を示す図である。

【図4】本発明による水平方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。

【図5】本発明による上下方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。

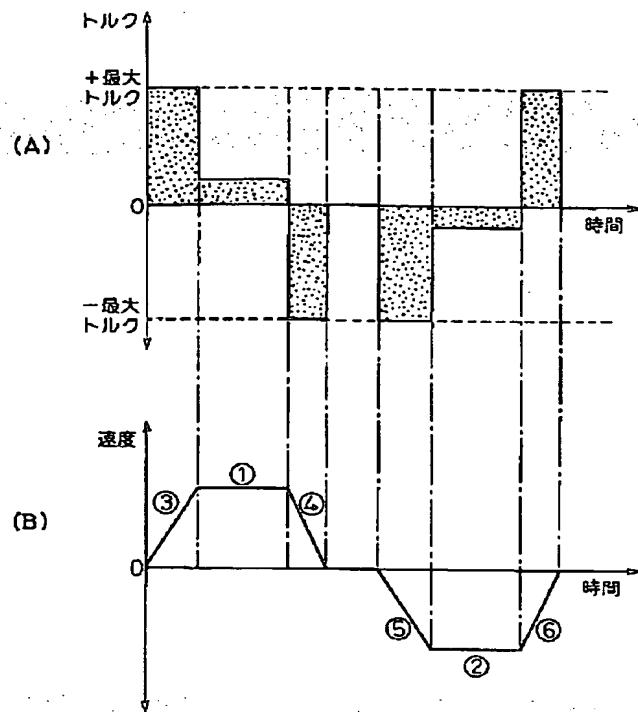
【図6】従来技術による水平方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。

【図7】従来技術による上下方向送り軸の位置決め時における加減速時定数の説明図であり、(A)はサーボモータの出力トルクの変化を示す図であり、(B)はサーボモータの速度の変化を示す図である。

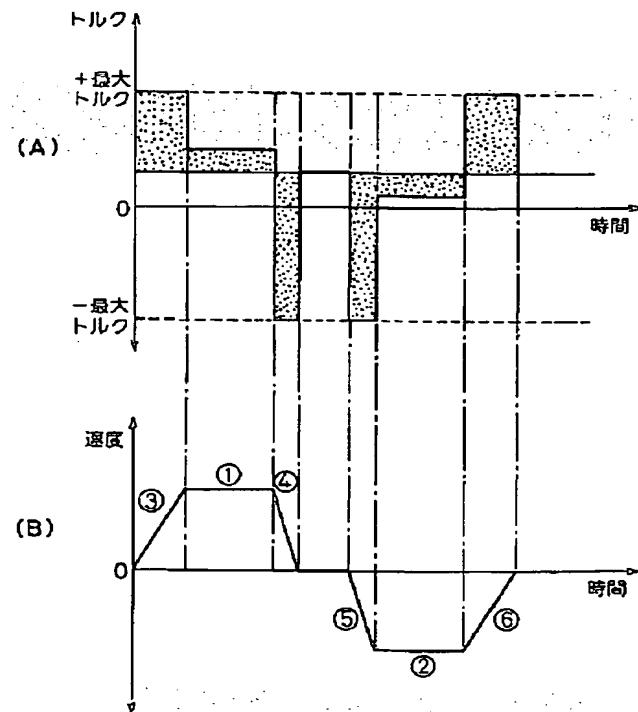
【符号の説明】

- 10 … CPU
- 11 … バスライン
- 2.0 … サーボ機構
- 2.1 … 軸制御回路
- 2.2 … サーボアンプ
- 2.3 … サーボモータ

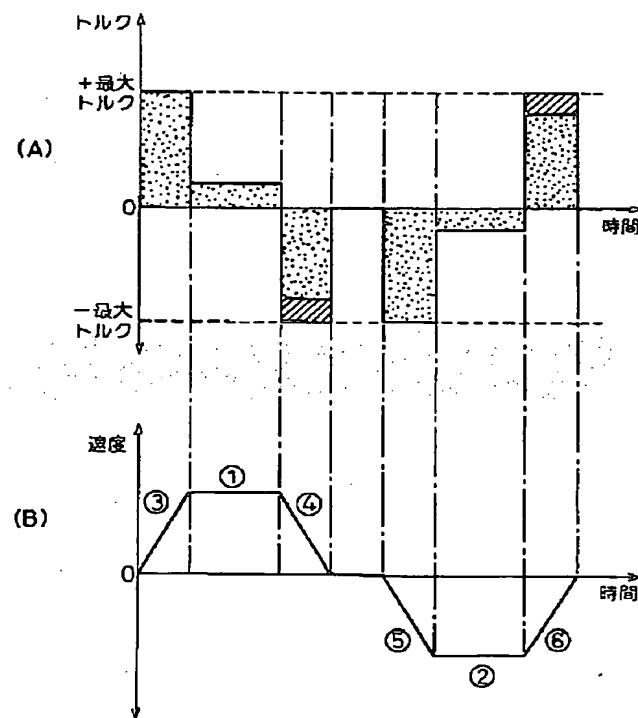
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

